

修 士 論 文 の 和 文 要 旨

研究科・専攻	電気通信大学大学院 電気通信学研究科 量子・物質工学専攻 博士前期課程		
氏 名	花堂 純央	学籍番号	0633037
論 文 題 目	量子電流ミラー効果を用いた微小電流整数倍器		

【研究目的】

現在，電流は国際単位(SI 単位)系の基本 7 単位に含まれているにもかかわらず，その高い精度の計量標準が実現していない．そこで，単一電子ポンプと呼ばれる素子が，微小トンネル接合を用いた単一電子トンネル現象の応用として早い段階から研究されているが，発生可能な高精度電流は原理的に 1pA 以下という微小なものに限られている．そこで私たちは，量子電流ミラー効果の高精度な電流転写を用いて，単一電子ポンプから作り出せる電流を増幅することで，直流電流計量標準の実現を目指している．前進の研究として，電気通信大学の河合らが微小電流二倍器を作製し，電流二倍動作を確認している．

本研究では河合とは異なる，拡張性の期待できる構造の素子を作製し，動作特性の違いを調べ，より大きい電流整数倍器実現の道を開くことを目的としている．

【研究概要】

量子電流ミラー効果は，微小ジョセフソン接合列を二本静電容量により結合した 4 端子素子で，一方に流れる電流が高い精度で他方に転写される現象である．これを用いた河合の研究では，40 接合からなる転写元の接合列に対し，20 接合からなる転写先の接合列を直列に 2 本配置することで，電流二倍動作を確認している．しかし，転写先を直列に配置する方法では更に大きい整数倍器を作製する際に，転写先に比べ転写元がとて長くなってしまい，転写先と特性が大きく変わることが考えられる．また，最終的に転写先を基板上で並列接続したいが，河合のパターンでは配線が立体交差する必要があるため，作製が困難になる．そこでこれらの問題を解消するために，本研究では同じ 20 接合の接合列を複数本並列に配置する構造を用いた．(図 1)

まず，転写元の接合列を挟むように転写先を配置した素子を作製・特性の評価をし，全ての接合列を並列に配置した場合でも，電流二倍器動作ができることを確認した．次に，転写先を基板上で並列接続する場合と，河合と同様に外部回路で接続する場合，それぞれの方法で電流二倍器を構成できるような素子を作製し，動作検証した．その結果，基板上で接合列を並列接続した場合でも二倍器動作が確認され，外部回路で接合列を接続した場合と動作に大きな差がないことがわかった．

今回の結果により，拡張性のある，接合列を多数本並列に並べた素子での二倍器動作が確認でき，整数倍器実現へ大きく近づいた．

今後，この方法を拡張して作られる微小電流整数倍器の実現が期待される．

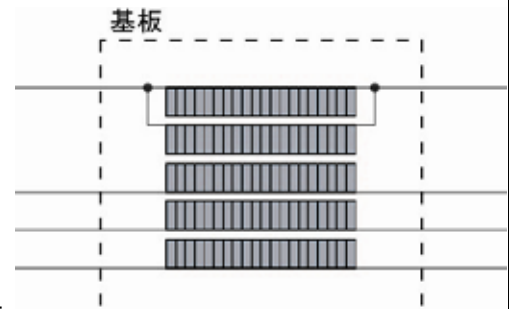


図 1: 複数の接合列を並列配置した模式図(長方形の列が接合列を表す．上 2 本は基板上で並列接続したもの)